

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of GWEON et al.

Application No.

Examiner:

Filed: Herewith

Group Art Unit:

For: 3-AXIS STRAIGHT-LINE MOTION STAGE AND SAMPLE TEST DEVICE  
USING THE SAME

**CLAIM OF FOREIGN PRIORITY AND SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF  
FOREIGN PRIORITY APPLICATION**

Box Patent Applications  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

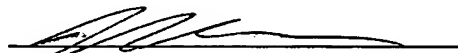
Sir:

Priority under the International Convention for the Protection of Industrial Property and under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed for the above-identified patent application, based upon Korean Patent Application No. 10-2003-0010944, filed February 21, 2003. A certified copy of the priority application is submitted herewith, which perfects the claim to foreign priority.

Respectfully submitted,

Date:

12/3/03

  
J. Rodman Steele, Jr.  
Registration No. 25,931  
Mark D. Passler  
Registration No. 40,764  
**AKERMAN SENTERFITT**  
Post Office Box 3188  
West Palm Beach, FL 33402-3188  
Telephone: (561) 653-5000

Docket No. 9665-1

{WP159856;1}

Express Mail Label  
EV347799961US



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0010944  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 02월 21일  
Date of Application FEB 21, 2003

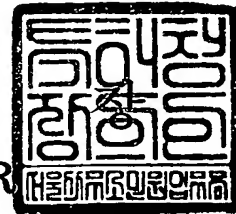
출원인 : 한국과학기술원  
Applicant(s) Korea Advanced Institute of Science and Technolo



2003 년 09 월 23 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.02.21
【발명의 명칭】	유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지
【발명의 영문명칭】	3 AXES LINEAR MOTION STAGE USING FLEXURE MECHANISM
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	손은진
【대리인코드】	9-1998-000269-1
【포괄위임등록번호】	2000-041655-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	권대갑
【성명의 영문표기】	GWEON, Dae Gab
【주민등록번호】	520401-1030927
【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 기계공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김동민
【성명의 영문표기】	KIM, Dong Min
【주민등록번호】	780514-1475919
【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 기계공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	심종엽
【성명의 영문표기】	SHIM, Jong Yeop
【주민등록번호】	730913-1029511

【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 기계공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김기현
【성명의 영문표기】	KIM,Ki Hyun
【주민등록번호】	751215-1531312
【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 기계공학과
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 손은진 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	5 면 5,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	7 항 333,000 원
【합계】	367,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	183,500 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 직선운동 스테이지에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 X, Y, Z스테이지로서 상호 커플링이 없이 변위가능한 구조를 채택하고 정확한 직선운동을 수행하도록 대칭형 증폭구조 및 유연복합힌지구조를 갖는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지에 관한 것이다. 본 발명에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지는 복수의 유연복합힌지구조를 갖고 일측에 제1구동부가 형성되어 일축방향의 직선운동이 가능한 X스테이지; 상기 X스테이지 상에 형성되며 복수의 유연복합힌지구조를 갖고 일측에 형성된 제2구동부에 의해 상기 일축방향과 수직인 축방향의 직선운동이 가능한 Y스테이지; 상기 Y스테이지 상에 설치되며 복수의 유연복합힌지구조를 갖고 일측에 형성된 제3구동부에 의해 상기 축방향들과 수직한 방향의 직선운동이 가능한 Z스테이지; 및 상기 X스테이지가 설치되는 스테이지 베이스를 포함하여 구성된다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

스테이지, 직선운동, 판스프링, 유연기구, 증폭, 3축, 원자현미경

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지{3 AXES LINEAR MOTION STAGE USING FLEXURE MECHANISM}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 일부를 나타낸 사시도이고,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 X,Y스테이지를 나타낸 평면도이고,

도 3은 도 2의 A부분을 나타낸 확대사시도이고,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 증폭구조의 원리를 나타낸 도면이고,

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 Z스테이지를 나타낸 정면도이고,

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지를 원자현미경에 사용한 상태를 나타낸 사시도이고,

도 7은 종래의 피에조 튜브를 이용한 스테이지의 원리를 나타낸 도면이고,

도 8은 종래의 직선운동 스테이지의 레버구조의 유연기구를 나타낸 도면이다.

\* 주요 도면 부호의 설명 \*

1: X스테이지      2: 제1구동부

3: 가압부      4: 중간바

5: 압전소자      9: 스테이지 베이스

10: X스테이지 최종단      20: Y스테이지

22: Y스테이지 최종단      23: 제2구동부

40: Z스테이지      41: Z스테이지 최종단

48: Z스테이지 베이스

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<17>      본 발명은 3축의 직선운동을 하는 3축 직선운동 스테이지에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 X, Y, Z 스테이지 간에 상호 커플링이 없으며 유연기구 메커니즘 및 대칭형 증폭구조를 이용하여 순수직선운동을 가능하게 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지에 관한 것이다.

<18>      원자 현미경에서는 X, Y, Z방향을 스캔하기 위해서 초정밀의 운동을 생성하는 스테이지를 필요로 하고 있으며, 이러한 스테이지로서 일반적으로 피에조 튜브를 사용하여 구현한 스테이지를 사용하고 있다.

<19>      도 7은 종래의 피에조 튜브를 이용한 스테이지의 원리를 나타낸 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 피에조 튜브는 소자의 양측에 압력을 가하면 압력에 비례하는 양음의 전하가 나타나는 압전현상을 역으로 이용한 것으로서, 소자(100)의

양단에 전압을 가하면 소자(100)가 변형하여, 변형후의 소자(101)는 일방향으로 신장( $\Delta L$ )하고 그 방향에 수직인 방향에서는 수축( $-\Delta D$ )이 일어나게 된다. 이러한 변위를 이용하여 스테이지를 구동하는 것이다.

<20> 그러나 상기한 바와 같이 피에조 튜브를 이용하는 경우에는 X, Y방향의 운동과 Z방향의 운동이 서로 독립적이지 않고 연관되기 때문에 X 또는 Y방향의 운동시에 불필요한 Z방향의 운동이 발생하므로, 이를 보상하는 것이 필수적이었다. 하지만 이러한 관계를 정확하게 규명하는 것은 불가능하기 때문에 많은 오차가 발생하는 문제가 있었다.

<21> 따라서, 이를 개선하기 위하여 압전소자의 일방향의 변위만을 이용하는 직선운동 스테이지가 사용되었다. 한편 압전소자는 수 $\mu m$  내지 수십 $\mu m$ 의 운동범위를 갖기 때문에, 이 보다 큰 범위에서 구동하기 위해서는 증폭을 필요로 하며, 이를 위해 일반적으로 레버구조의 유연기구를 사용하였다.

<22> 도 8은 종래의 직선운동 스테이지의 레버구조의 유연기구를 나타낸 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 종래의 레버구조의 유연기구는 유연힌지구조(91)에 레버(90)가 부착되어 구성되며, 레버(90)에서 유연힌지구조(91)의 회전중심으로부터 가까운 지점(93)에 변위를 주면 상대적으로 먼 지점에 증폭된 원주방향(92)의 변위가 생성되는 것을 이용한 것이다.

<23> 그러나 레버구조의 유연기구는 변위는 증폭해 줄 수 있지만 생성되는 운동이 원주방향(92)이므로 순수직선운동은 불가능하게 된다. 그래서 레버와 이중직선스프링을 조합하여 사용하는데, 이 경우에도 높은 수준의 정확도에서는 여전히 무시할 수 없는 오차가 발생하는 문제가 있다.



【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <24> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 스테이지 간의 커플링이 없도록 독립적으로 변위하는 X, Y스테이지를 사용하고 순수직선운동을 생성하기 위해 유연복합힌지구조 및 대칭형 증폭구조를 사용한 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지를 제공하는 것이다.
- <25> 상기한 본 발명의 목적은 각각의 모서리에 다열의 유연복합힌지구조가 인접하게 배치되고 일측의 변에 제1구동부가 형성되어 일축방향의 직선운동이 가능한 X스테이지; 상기 X스테이지의 중앙에 형성되며, 각각의 모서리에 다열의 유연복합힌지구조가 인접하게 배치되고 일측의 변에 형성된 제2구동부에 의해 상기 일축방향과 수직인 축방향으로 직선운동이 가능한 Y스테이지; 상기 Y스테이지 상에 설치되며, 인접하게 위치하는 다열의 유연복합힌지구조가 각각의 모서리의 내부에 형성되고 제3구동부가 내설되어 상기 축방향들과 수직한 방향으로 직선운동이 가능한 Z스테이지; 및 상기 X스테이지가 설치되는 스테이지 베이스를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지에 의해 달성된다.
- <26> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 구동부는 일방향의 팽창시에 타방향의 축소가 일어나도록 복수의 중간바와 가압부가 프레임 형상으로 형성된 대칭형 증폭구조를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <27> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 제1 및 제2구동부는 프레임 형상의 상기 증폭구조의 내부에 압전소자가 더 설치되고, 상기 제3구동부는 압전소자가 직접 내설되는 것이 바람직하다.

- <28> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 Z스테이지와 상기 Y스테이지의 사이에는 상기 Z스테이지의 설치면보다 넓이가 큰 Z스테이지 베이스가 더 설치되는 것이 바람직하다.
- <29> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 증폭구조는 복수의 중간바를 포함하여 구성되며, 상기 중간바는 공진주파수를 높이기 위해 마름모형으로 형성되는 것이 바람직하다.
- <30> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 증폭구조는 공진주파수를 높이기 위해 안 쪽에 구멍을 형성한 프레임구조를 갖는 것이 바람직하다.
- <31> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 Z스테이지의 단부에는 원형봉을 설치하고, 상기 원형봉에 시편고정부를 설치한 것이 바람직하다.
- <32> 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 상기 Z스테이지의 위치측정을 위해 상기 Z스테이지의 단부의 일측이면서 상기 시편고정부의 하부에는 소정각도만큼 경사진 거울이 더 설치되는 것이 바람직하다.
- <33> 본 발명의 그밖의 목적, 특정한 장점 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 분명해질 것이다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- <34> 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 구성에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- <35> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 일부를 나타낸 사시도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 유연기구 메커니즘의 이용한 3축 직선운동 스테이지는 크게 스테이지가 설치되는 스테이지 베이스(9)와 X스테이지(1), Y스테

이지(20) 및 Z스테이지(40)로 구성되며 각각의 스테이지(1, 20, 40)에는 스테이지(1, 20, 40)를 구동하기 위한 구동부(2, 23, 47)가 설치되어 있다.

<36> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 X, Y스테이지(1, 20)를 나타낸 평면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 스테이지 베이스(9)를 기초로 하여 스테이지 베이스(9)의 일측으로 X스테이지(1)가 형성되며 X스테이지(1)는 제1구동부(2)와 제1구동부(2)에 연결되는 X스테이지 최종단(10)으로 구성된다.

<37> 제1구동부(2)는 슬릿에 의해 형성되는 프레임의 형상의 증폭구조(8)와 증폭구조(8)의 내부에 설치되는 압전소자(5)로 구성된다. 압전소자(5)는 피에조 전기소자라고도 하며, 결정판의 일방향에서 압력을 가하면 판의 양면에 외력에 비례하는 양(+) 또는 음(-)의 전하가 나타나는 특성이 있다. 수정, 전기석, 로셀염 등이 일찍부터 압전소자(5)로서 이용되었으며, 근래에 개발된 티탄산바륨, 인산이수소암모늄, 타르타르산에틸렌디아민 등의 인공결정도 압전성이 뛰어나다. 증폭구조(8)의 일측은 스테이지 베이스(9)와 일체를 이루어 고정되고 그에 대향하는 타측은 X스테이지 최종단(10)과 일체를 이루어 고정된다. 상기 증폭구조(8)는 압전소자(5)와 접촉하는 한 쌍의 가압부(3)와 각각의 가압부(3)의 양측에 위치하는 4개의 중간바(4)로 구성된다.

<38> 도 3은 도 2의 A부분을 나타낸 확대사시도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 중간바(4)의 양단은 탄성변형을 위해 반원형의 홈(8)에 의해 얇은 두께를 갖는 협소부(6)로 이루어지며, 협소부(6)는 탄성변형 범위에서 굽힘이 가능하다.

<39> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 증폭구조의 원리를 나타낸 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 증폭구조(8)를 단순화하여 가압부(3)를 측면부(82)로 중간바(4)를 빗변부(81)로 모형화하면 압전소자(5)와

측면부(82) 및 빗변부(81)에 의해 밑변(84a), 높이(85a) 및 빗변(83a)을 갖는 삼각형이 형성된다. 여기서 빗변(83a)의 길이를 고정시킨 채로 밑변(84a)의 길이를 늘리는 경우에는, 그 결과 새로운 삼각형은 밑변(84b), 높이(85b) 및 빗변(83b)을 갖게 되어 삼각형의 높이(85b)는 감소하는 것이다.

<40> X스테이지 최종단(10)은 사각의 평판으로 일측이 상기 제1구동부(2)의 증폭구조(8)와 일체로 형성되어 있다. X스테이지 최종단(10)의 각각의 모서리에는 직선운동을 위한 유연복합힌지구조(11)가 형성되고 중앙에는 Y스테이지 최종단(22)이 설치되어 있다. 유연복합힌지구조(11)는 두 개의 구조가 결합되는 결합부(12)의 일부분에 탄성변형이 용이하도록 상기 중간바(4)의 협소부(6)와 동일한 구조의 협소부(13)를 형성한 것으로서, 본 실시예에서는 X스테이지 최종단(10)의 각 모서리마다 2개의 결합부(12)가 형성되고 각 결합부(12)의 양측에는 협소부(13)가 형성되어 있다.

<41> Y스테이지(20)는 둘레가 사각형인 Y스테이지 최종단(22)과 Y스테이지 최종단(22)에 둘러싸여 있고 일측에서 Y스테이지 최종단(22)과 연결되어 Y스테이지 최종단(22)을 구동하는 제2구동부(23)로 구성된다.

<42> 제2구동부(23)는 제1구동부(2)의 구조와 유사한 것으로서 슬릿에 의해 형성되는 폐곡선으로 이루어진 프레임의 형상의 증폭구조(21)와 증폭구조(21)의 내부에 설치되는 압전소자(26)로 구성된다. 증폭구조(21)의 일측은 X스테이지 최종단(10)에서 연장된 Y스테이지 연결부(19)와 일체를 이루어 고정되고 그에 대향하는 타측은 Y스테이지 최종단(22)과 일체를 이루어 고정된다. 상기 증폭구조(21)는 압전소자(26)와 접촉하는 한 쌍의 가압부(24)와 각각의 가압부(24)의 양측에 위치하는 4개의 중간바(25)로 구성된다.

- <43> Y스테이지 최종단(22)은 상기 제2구동부(23)를 둘러싸고 있으며 중앙의 일측이 제2구동부(23)의 증폭구조(21)와 일체로 형성되어 연결되어 있다. Y스테이지 최종단(22)의 각각의 모서리에는 X스테이지 최종단(10)에 형성된 유연복합힌지구조(11)의 구조와 유사한 유연복합힌지구조(28)가 형성되어 있다. 유연복합힌지구조(28)는 결합부(29)의 양측에서 반원형의 홈을 형성하여 생성되는 협소부(30)가 각 모서리마다 4개씩 형성되어 있다.
- <44> 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 Z스테이지를 나타낸 정면도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, Z스테이지(40)는 Z스테이지 최종단(41)과 구동을 위한 압전소자(46)로 이루어진 제3구동부(47)로 구성되며, Z스테이지 최종단(41)은 Z스테이지 베이스(48)에 설치된다. 상기 Z스테이지 베이스(48)는 압전소자(46)에 의해 Z스테이지(40)에 발생하는 힘이 Y스테이지(20)에 넓게 분산되도록 한 것으로서, 도 1에 도시된 바와 같이, Y스테이지 최종단(22)의 중앙에 설치된다.
- <45> Z스테이지 최종단(41)은 사각의 박스형상으로 하부에는 사각의 만곡부(43)가 형성되어 있고, 상부에는 시편고정부(미도시)가 장착되는 연결봉(미도시)의 수용구(44)가 형성되며, 각 모서리 안쪽으로 유연복합힌지기구(50)가 형성되어 있다. 상기 수용구(44)는 Z스테이지 최종단(41)의 중앙 슬릿부(45)까지 다다르도록 형성되어 있다.
- <46> 상기 Z스테이지 최종단(41)의 만곡부(43)와 Z스테이지 베이스(48) 사이에 압전소자(46)가 설치되며, 압전소자(46)는 하단이 Z스테이지 베이스(48)에 볼트(49)로 고정된다.
- <47> 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지를 원자현미경에 사용한 상태를 나타낸 사시도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, Z스테이지 최종단(41)의 수용구(44)에 원형봉(60)이 삽입되고 원형봉(60)의 위로 시편(62)을 놓기 위

한 시편고정부(61)가 장착되어 있다. 시편고정부(61)의 하방으로 원형봉(60)의 일측에는 시편의 스캔위치를 시편고정부(61)의 밑에서 측정하기 위해 45도 경사진 거울(65)이 설치된다.

- <48> 이하에서는 상기한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 작동방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- <49> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지의 X, Y스테이지를 나타낸 평면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, X스테이지(1)에 있어서 제 1구동부(2)의 압전소자(5)가 팽창하면 가압부(3)를 양쪽으로 밀어내고, 그 결과 가압부(3)의 간격이 벌어지면서 압전소자(5)의 팽창방향과 수직한 방향으로 증폭구조(8)가 수축한다.
- <50> 상기한 바와 같이 증폭구조(8)가 수축할 때 스테이지 베이스(9)에 고정된 증폭구조(8)의 부분은 정지상태로 있고, 증폭구조(8)의 타측이 X스테이지 최종단(10)과 함께 오른쪽으로 이동하여 증폭구조(8)는 수축하게 된다. 따라서 제1구동부(2)의 압전소자(5)가 팽창할 때 X스테이지 최종단(10)은 오른쪽으로 이동하고, 반대로 압전소자(5)가 수축할 때 X스테이지 최종단(10)은 왼쪽으로 이동한다. 이 때 X스테이지 최종단(10)에 설치된 Y스테이지(20)는 X스테이지 최종단(10)과 동일한 방향으로 동일한 이동거리만큼 이동한다.
- <51> Y스테이지(20)의 운동은, 도 2에 도시된 바와 같이, 제2구동부(23)의 압전소자(26)가 팽창할 때 상기한 바와 같이 증폭구조(21)가 압전소자(26)의 팽창방향과 수직한 방향으로 수축하고, Y스테이지 최종단(22)은 후방으로 이동한다. 압전소자(26)의 수축시에는 Y스테이지 최종단(22)은 전방으로 이동한다.

<52> Y스테이지 최종단(22)에 고정되는 Z스테이지(40)는 상기 X, Y스테이지(1, 20)가 이동할 때 X, Y스테이지(1, 20)와 일체로 X, Y방향으로 이동한다. 도 5에 도시된 바와 같이, Z스테이지 최종단(41)은 Z스테이지 베이스(48)에 고정되어 있으므로, 압전소자(46)가 팽창하면 Z스테이지 최종단(41)은 고정된 상태로 있고 다만 Z스테이지 최종단(41)의 중앙부(42)가 상방으로 이동하며, 이와 반대로 압전소자(46)가 수축하면 상기 중앙부(42)가 하방으로 이동한다. 이 때 Z스테이지(40)는 증폭구조를 채택하지 않았으므로 압전소자(46)의 팽창량과 중앙부(42)의 이동량이 같게 된다.

<53> 본 발명에서 채택한 유연복합힌지구조(11, 28, 50)는 4개의 협소부(13, 30, 51)를 채택하였고, 힘의 전달이 하나의 경로를 거치도록 협소부(13, 30, 51)들을 직렬로 연결하였기 때문에 전체적인 탄성계수가 작게되어 작은 구동력으로도 충분히 큰 변위가 생성되도록 하였다. 또한 복수의 협소부(13, 30, 51)를 직렬로 연결하면서도 직선운동만을 생성하기 위해 협소부(13, 30, 51)의 배치를 일렬구조가 아닌 다열구조로 하였다. 그 원리는 협소부(13, 30, 51)의 일방향 변위는 탄성변형을 이용하므로 용이하지만, 그 일방향에 수직한 방향의 변위는 단순한 협소부(13, 30, 51)의 압축 또는 인장에 해당하므로 변위가 생성되기 어려운 것을 이용하여 일방향만의 자유도를 갖도록 한 것이다.

<54> 본 발명에 따른 증폭구조(8, 21)는 가압부(3, 24) 및 중간바(4, 25)가 쌍으로 설치되는 대칭형의 구조를 채택하였으므로, 증폭을 하면서도 동시에 정확한 직선운동의 생성을 가능하게 한다.

<55> 한편 스테이지를 공진주파수 근방이나 그 이상에서 구동하면 스테이지가 공진하여 손상되거나 또는 제어가 어려워진다. 따라서 스테이지의 공진주파수가 낮으면 구동속도를 크게할 수 없으므로, 빠른 구동을 위해서는 스테이지의 공진주파수가 큰 것이 좋다. 시스템의 공진주

파수는  $\omega = (k/m)^{1/2}$  ( $\omega$ : 공진주파수,  $k$ : 스프링 상수,  $m$ : 질량)이고, 시스템의 질량을 줄이면 같은 용수철 상수에 대해 공진주파수를 키울 수 있으므로 본 발명에서는 가압부(3)에 구멍을 파내어 스테이지의 질량을 작게 하였다. 또한 증폭구조(8)의 중간바(4)의 구조를 사다리꼴형으로 하여 질량을 일정하게 유지한 채로 스프링 상수를 크게 만들어 줌으로써 공진주파수를 크게 하였다.

<56> 또한, 일반적으로 원자현미경은 팁이 시편위에서 스캔하게 되므로 팁의 스캔위치와 센서의 측정위치를 일치시키기 어려워 아베측정오차가 발생하는데, 본 발명에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지를 원자현미경에 적용하는 경우에는 센서의 위치측정이 시편고정부(61)의 밑에서 수행되므로 원자현미경(70)의 팁(71)의 스캔위치와 센서의 측정위치가 일치하게 되어 아베측정오차가 없이 정확한 측정이 가능해진다.

<57> 본 발명에 따른 직선운동 스테이지는 X스테이지(1) 상에 설치된 Y스테이지(20)가 동일 평면 상에서 운동하게 된다. 즉 X스테이지 위에 Y스테이지가 적층되는 구조가 아니고, 두 스테이지가 한 평면상에서 배치되므로 힘의 작용점과 스테이지의 무게중심이 한 평면상에 위치하게 되므로 모멘트가 발생하지 않아서 진동이 줄어들게 되고 따라서 정확한 직선운동이 가능해진다.

<58> 또한, X스테이지(1)에 의한 X축의 운동 또는 Y스테이지(20)에 의한 Y축의 운동시에 각각의 운동은 상호간 연관되지 않고 독립적으로 이루어지므로, X축의 운동이 Y축의 오차를 발생시키지 않아 정확한 구동이 가능하며, 그 반대의 경우도 동일하다.

<59> 본 발명의 바람직한 실시예에서는 Z스테이지에 증폭구조를 설치하지 않았으나 이는 Z방향으로 큰 변위를 요구하지 않는 원자현미경에 스테이지를 적용하기 위해 채택한 것으로서, 본



발명은 이에 한하지 않고, 적용하는 장치에 따라 Z스테이지에 증폭구조를 설치하거나 또는 X, Y스테이지에 증폭구조를 설치하지 않는 것도 가능하다.

<60> 본 발명의 바람직한 실시예에서는 스테이지의 운동을 증폭하기 위한 증폭구조를 사용하였으나, 본 발명은 이에 한하지 않고, 각각의 구동부의 증폭구조를 90도 회전시켜서 배치하여 변위를 축소시키는 구조를 채택하는 것도 모두 본 발명의 범위에 포함될 것이다.

<61> 본 발명의 바람직한 실시예에서는 공진주파수를 높이기 위해 증폭구조에 내부를 빈 공간으로 하는 프레임 구조를 사용하였으나, 본 발명은 이에 한하지 않고, 증폭구조 이외의 X스테이지 최종단, Y스테이지 최종단의 일측을 제거한 프레임 구조를 사용하는 것도 가능하다.

<62> 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에서는 스테이지의 일측에 유연복합힌지구조를 사용하였으나, 본 발명은 이에 한하지 않고, 순수직선운동을 생성할 수 있는 한 판스프링등의 유연성을 갖는 구조를 채택하는 것도 가능하다.

<63> 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에서는 중간바로서 직선형 또는 사다리꼴의 형상을 채택하였으나, 본 발명은 이에 한하지 않고, 공진주파수를 높이기 위해 삼각형 또는 마름모형의 형상을 채택하는 것도 본 발명의 범위에 포함될 것이다.

<64> 본 발명의 바람직한 실시예에서는 원자현미경에 적용되는 경우를 상정하여 직선운동 스테이지를 기술하였으나, 본 발명은 이에 한하지 않고, 반도체 제작장치 등의 초정밀 구동을 필요로 하는 장치에 적용하는 것도 가능하다.

#### 【발명의 효과】

<65> 상기한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지에 의하면 X스테이지와 Y스테이지가 서로 독립적으로 변위하므로 다른 스테

이지의 운동에 영향을 주지 않으며, 스테이지에 형성된 유연복합힌지구조를 통해 각각의 스테이지의 자유도가 일방향으로 제한되므로 정확한 직선운동을 생성하는 효과가 있다.

<66>        압전소자에 의한 운동의 범위를 증폭하기 위해 대칭형 증폭구조를 사용하므로, 운동범위를 크게 하면서도 동시에 정확히 직각방향의 운동을 유지할 수 있는 현저한 효과가 있다.

<67>        또한, 스테이지의 구동부의 가압부를 프레임 구조로 하고 중간바의 구조를 사다리꼴형으로 하여 스테이지의 공진주파수를 높게 함으로써, 스테이지의 빠른 구동을 가능하게 하는 효과가 있다.

<68>        본 발명에 따른 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지를 원자현미경에 적용하는 경우에는 센서의 위치측정이 시편고정부의 밑에서 수행되므로 원자현미경의 팁의 스캔 위치와 센서의 측정위치가 일치하게 되어 아베측정오차가 없이 정확한 측정이 가능해지는 효과가 있다.

<69>        비록 본 발명이 상기 언급된 바람직한 실시예와 관련하여 설명되어졌지만, 발명의 요지와 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이나 변형을 하는 것이 가능하다. 따라서 첨부된 특허청구의 범위는 본 발명의 요지에서 속하는 이러한 수정이나 변형을 포함할 것이다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

각각의 모서리에 다열의 유연복합힌지구조(11)가 인접하게 배치되고 일측의 변에 제1구동부(2)가 형성되어 일측방향의 직선운동이 가능한 X스테이지(1);

상기 X스테이지(1)의 중앙에 형성되며, 각각의 모서리에 다열의 유연복합힌지구조(28)가 인접하게 배치되고 일측의 변에 형성된 제2구동부(23)에 의해 상기 일측방향과 수직인 축방향으로 직선운동이 가능한 Y스테이지(20);

상기 Y스테이지(20) 상에 설치되며, 인접하게 위치하는 다열의 유연복합힌지구조(50)가 각각의 모서리의 내부에 형성되고 제3구동부(47)가 내설되어 상기 축방향들과 수직한 방향으로 직선운동이 가능한 Z스테이지(40); 및

상기 X스테이지(1)가 설치되는 스테이지 베이스(9)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

## 【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 구동부(2, 23)는 일방향의 팽창시에 타방향의 축소가 일어나도록 복수의 중간바(4, 25)와 가압부(3, 24)가 프레임 형상으로 형성된 대칭형 증폭구조(8, 21)를 포함하는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

## 【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 제1 및 제2구동부(2, 23)는 프레임 형상의 상기 증폭구조(8, 21)의 내부에 압전소자(5, 26)를 포함하고, 상기 제3구동부(47)는 압전소자(46)가 직접 내설된 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기 Z스테이지(40)와 상기 Y스테이지(20)의 사이에는 상기 Z스테이지(40)의 설치면보다 넓이가 큰 Z스테이지 베이스(47)가 더 설치되는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

**【청구항 5】**

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 증폭구조(8)는 공진주파수를 높이기 위해 안쪽에 구멍을 형성한 프레임구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

**【청구항 6】**

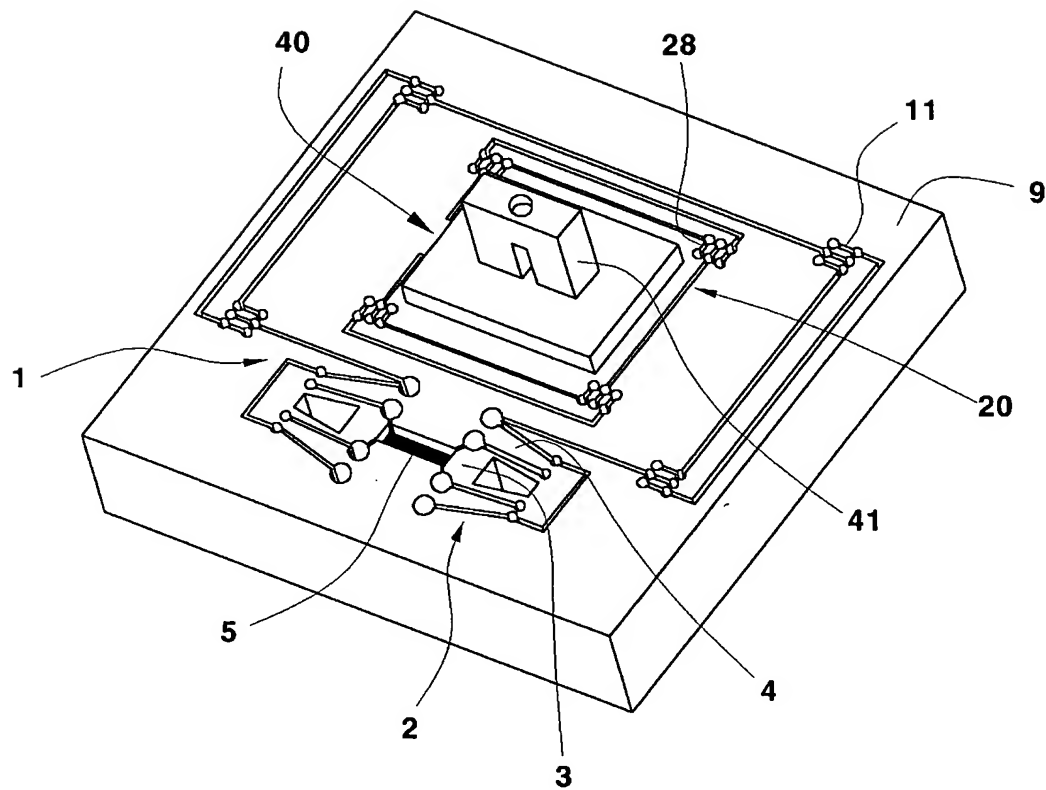
제 1 항에 있어서, 상기 Z스테이지(40)의 단부에는 원형봉(60)을 설치하고, 상기 원형봉(60)에 시편고정부(61)를 설치한 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

**【청구항 7】**

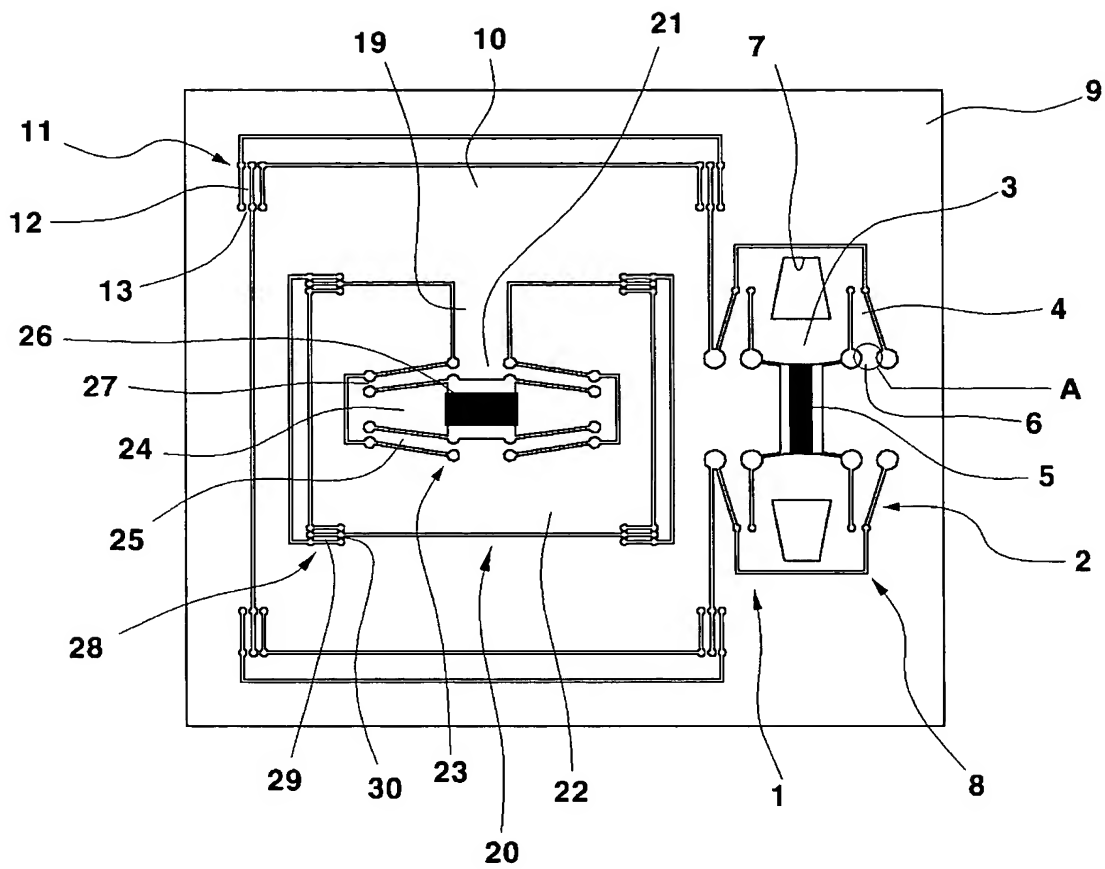
제 6 항에 있어서, 상기 Z스테이지(40)의 위치측정을 위해 상기 Z스테이지(40)의 단부의 일측이면서 상기 시편고정부(61)의 하부에는 소정각도만큼 경사진 거울(65)이 더 설치되는 것을 특징으로 하는 유연기구 메커니즘을 이용한 3축 직선운동 스테이지.

【도면】

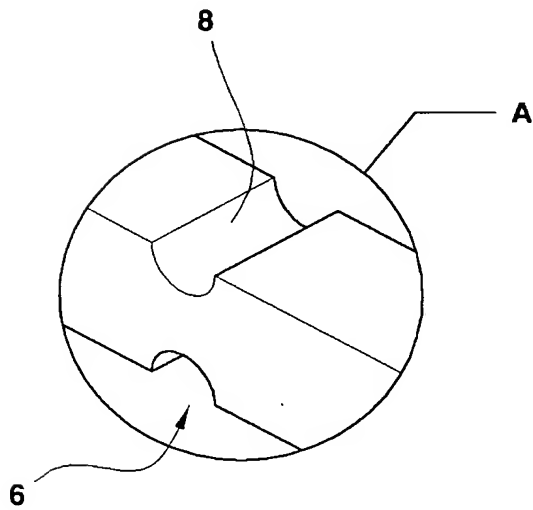
【도 1】



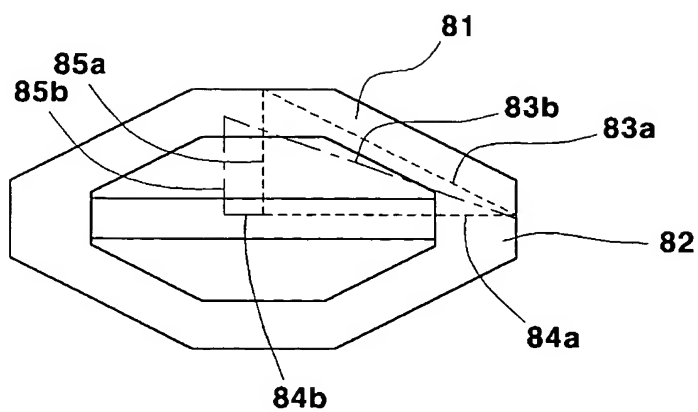
【도 2】



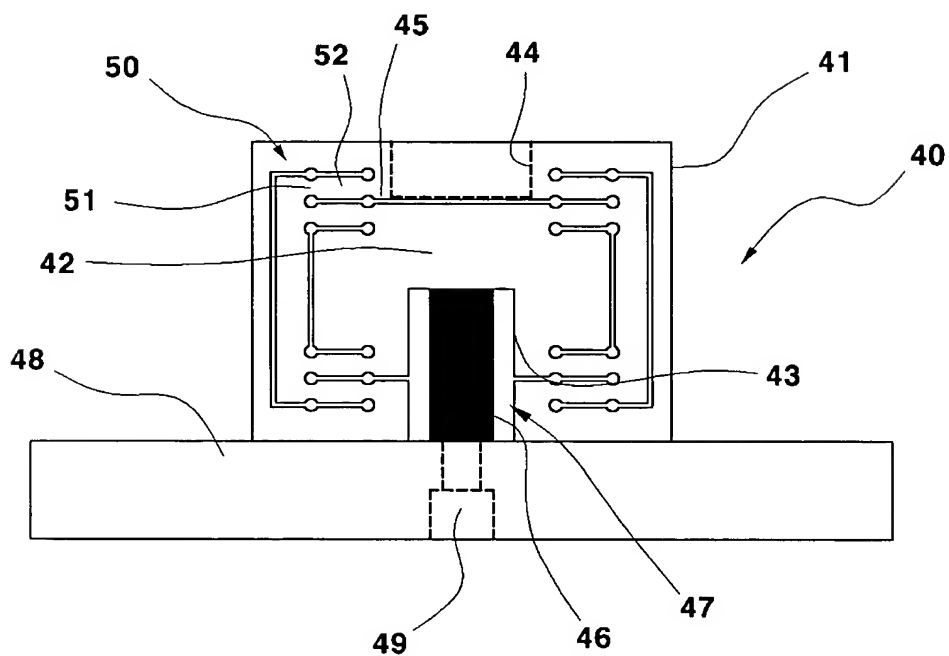
【도 3】



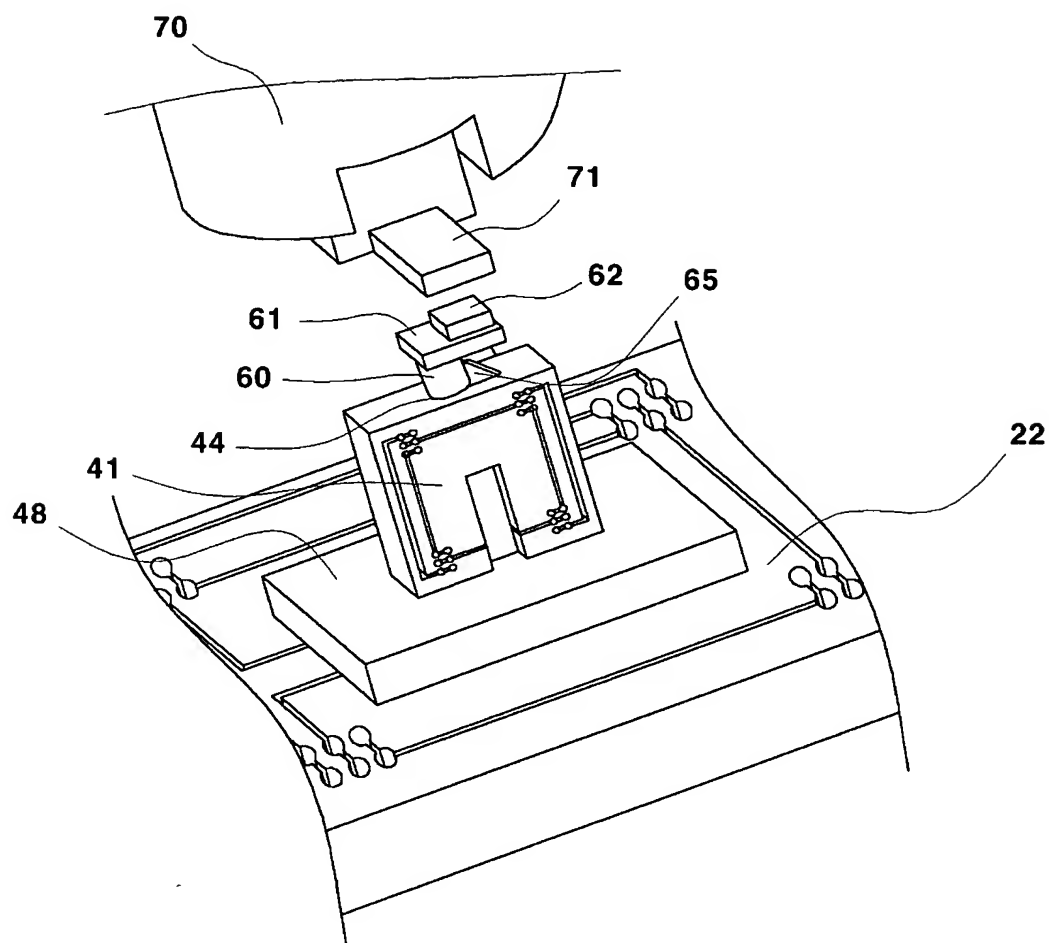
【도 4】



【도 5】

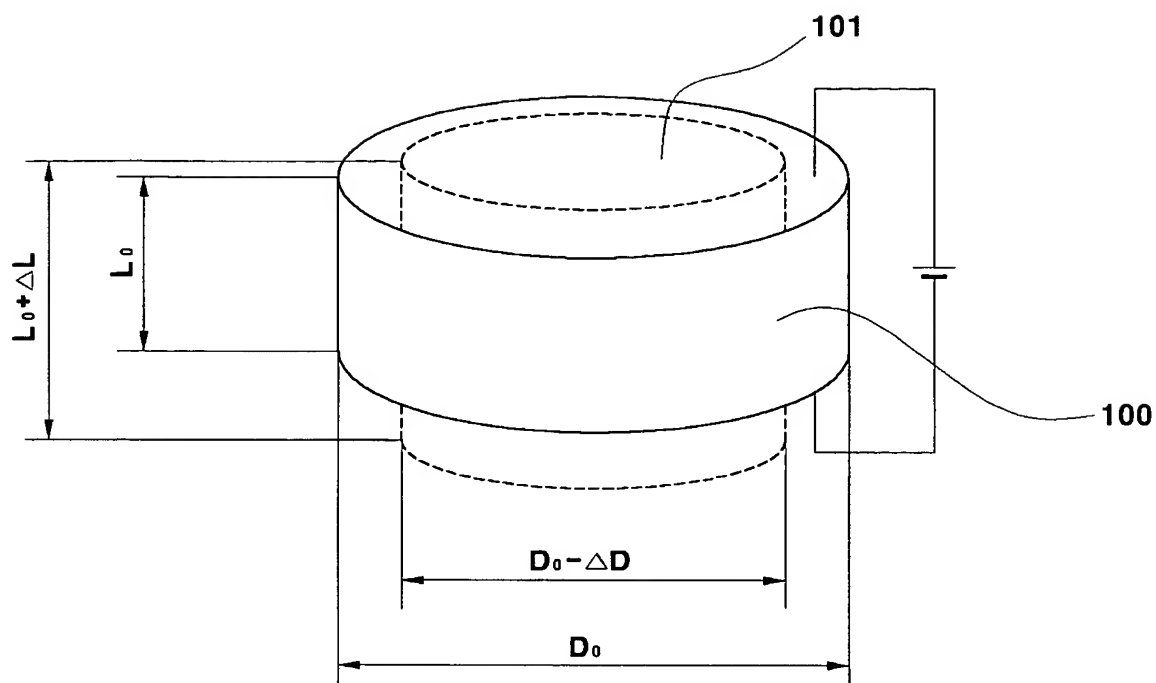


【도 6】





【도 7】



【도 8】

